

Fiera Milano Rho, 18 novembre 2011

***COMPORAMENTO DI AUTOVEICOLI
ALIMENTATI CON
MISCELE GASOLIO / BIODIESEL***

FRANCESCO AVELLA

avella@ssc.it
www.ssc.it

INTRODUZIONE

- ❖ Nel settore autotrasporti l'obbligo all'uso dei biocombustibili quali componenti di parziale sostituzione dei combustibili convenzionali fossili ha assunto un doppio ruolo strategico:
 - mitigare l'emissione di gas serra
 - ridurre parzialmente la dipendenza di approvvigionamento delle fonti energetiche di origine fossile dall'importazione.

- ❖ In Europa la recente **Direttiva 2009/30/CE** regola la qualità dei combustibili convenzionali per autotrazione, mentre la **Direttiva 2009/28/CE** obbliga i paesi dell'Unione a un uso sempre più esteso dei biocombustibili di 1^a generazione (biodiesel, bioetanolo).

LA QUALITÀ DEL BIODIESEL E DEL GASOLIO

- ❖ Affinché il biodiesel risulti applicabile come sostituto parziale del gasolio è necessario che la qualità della miscela prodotta sia armonizzata con le caratteristiche costruttive e funzionali del propulsore per mantenerne elevate le prestazioni e contenerne le emissioni inquinanti e il consumo energetico.
- ❖ Come per tutti i combustibili impiegati in autotrazione anche per il biodiesel è stato necessario sviluppare una norma tecnica (EN 14214).
- ❖ La norma, condivisa tra l'industria petrolifera, quella automobilistica e i produttori di biodiesel e definita dal CEN, fissa i limiti di qualità del biodiesel (FAME) per un migliore utilizzo nei motori.

LA NORMA TECNICA EUROPEA DI QUALITÀ DEL GASOLIO AUTOTRAZIONE

CARATTERISTICHE NORMATE DEL GASOLIO E DEL BIODIESEL

Numero delle proprietà sottoposte a limiti

● *prestazionali*

▲ *ambientali*

■ *prestaz. + ambient.*

GASOLIO

ora: max 7% vol
dal 2013/14: max 10% vol

EN 590
(2010)

[tot 18]

● 6
▲ 1
■ 11

BIODIESEL

EN 14214
(2009)

[tot 26]

● 23
▲ -
■ 3

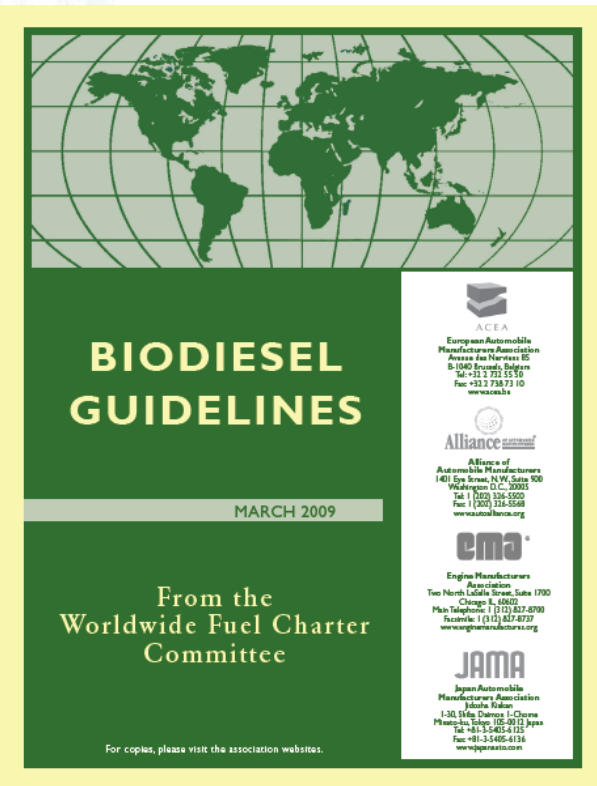
COMPATIBILITÀ DEI MOTORI COL BIODIESEL

- ❖ Le miscele attualmente prodotte non possono contenere una quantità di biodiesel superiore al 7% in volume, mentre la richiesta da parte della CE è verso un livello di concentrazione del 10% e più, per l'attuazione della direttiva 2009/28/CE (dlgs 3 marzo 2011 N. 28).
- ❖ L'uso di miscele con concentrazione superiore al 7% volume di FAME nel gasolio ha destato incertezze da parte dell'Associazione dei Costruttori europei (ACEA) circa la loro compatibilità con le tecnologie motoristiche tuttora adottate negli autoveicoli.
- ❖ Le perplessità sono rivolte in particolare modo ai modelli più recenti, dotati di filtro antiparticolato (DPF), più sensibili a una variazione delle proprietà del combustibile.

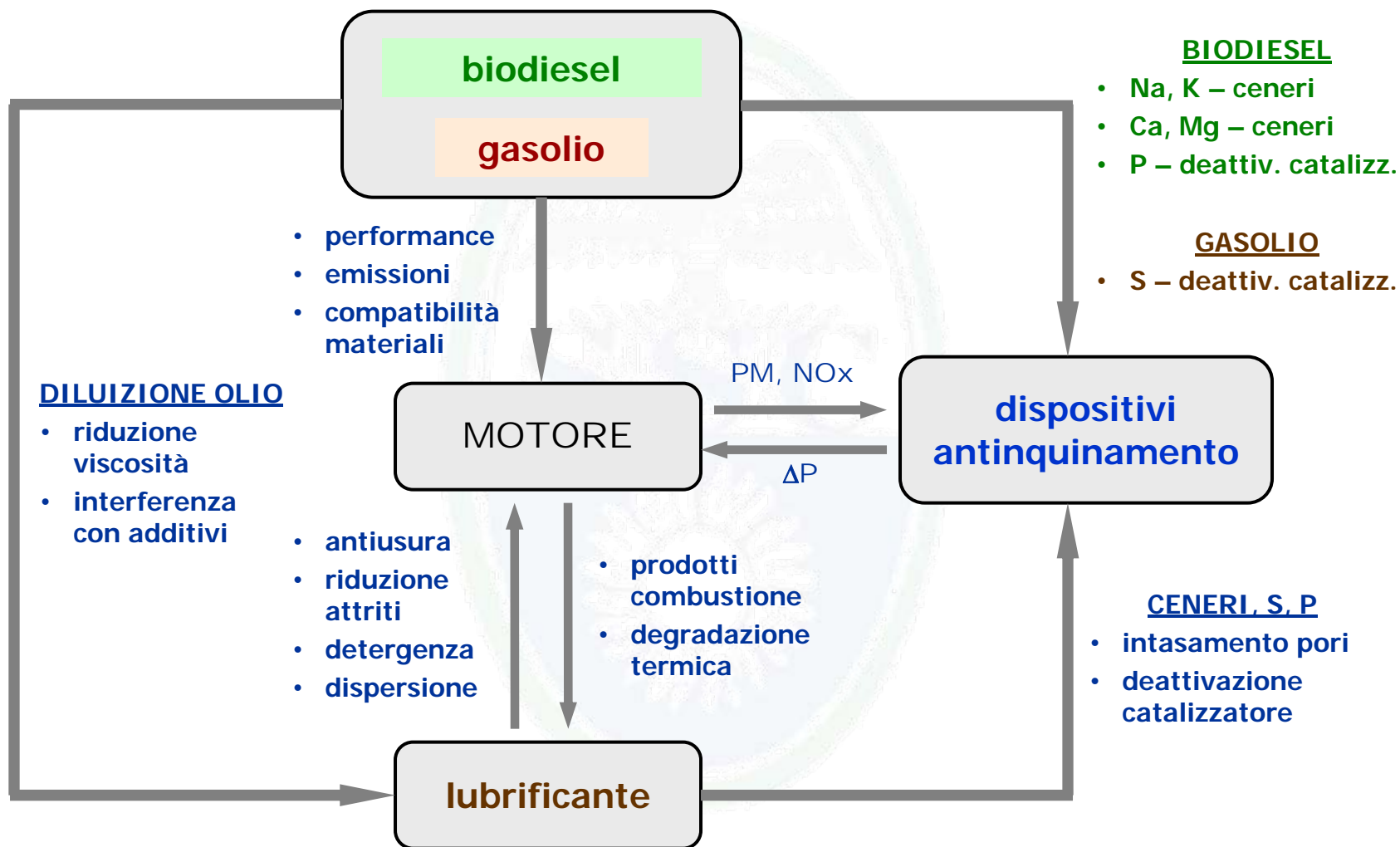
ASPETTI CRITICI NELL'IMPIEGO DEL BIODIESEL DI 1ª GENERAZIONE

- ❖ L'impiego del biodiesel, specialmente se in concentrazione elevata, può determinare alcuni problemi di carattere prestazionale nei motori convenzionali e sul funzionamento dei dispositivi catalitici per la riduzione delle emissioni inquinanti.
- ❖ L'industria automobilistica europea e mondiale ha messo in evidenza questi problemi e ha riportato nel documento preparato dal **World-Wide Fuel Charter Committee** i requisiti minimi di qualità che deve avere il biodiesel.

www.oica.net



INTERAZIONE MOTORE – COMBUSTIBILE



INDAGINE SPERIMENTALE PRESSO LA SSC

- ❖ Presso la SSC è in corso da circa due anni una sperimentazione di campo per valutare alcuni effetti sul comportamento a breve e medio termine determinati dall'impiego di una miscela al 10% in volume di biodiesel in gasolio convenzionale.
- ❖ La sperimentazione è condotta con due autovetture diesel di modello recente Euro 4, entrambe dotate di DPF, controllate periodicamente in laboratorio a intervalli di 5000 km per determinare:
 - la degradazione del lubrificante
 - l'alterazione del combustibile residuo nel serbatoio
 - le emissioni inquinanti
 - il comportamento in generale del motore.
- ❖ Il programma sperimentale, non ancora completato, prevede come stadio finale dello studio la verifica dello stato delle parti interne del motore di una delle due autovetture.

AUTOVETTURE DI PROVA

- ❖ Due autovetture diesel dotate di DPF nuove, acquistate dalla SSC e adibite come autovetture di servizio dell'Istituto. Esse sono impiegate senza apportare modifiche al motore per percorsi stradali urbani, extraurbani e autostradali, in normale utilizzo.

AUTOVETTURA	ALFA ROMEO	VOLKSWAGEN
modello	159 1.9 JTD DPF	GOLF 1.9 TDI DPF
livello di omologazione	<i>Euro 4</i>	<i>Euro 4</i>
chilometraggio attuale (km)	~ 37.000	~ 35.000
configurazione motore	1910 cc / 4 cilindri / 8 valvole / TC	1910 cc / 4 cilindri / 8 valvole / TC
potenza max (kW @ rpm)	88 kW @ 4000 giri/min	77 kW @ 4000 giri/min
sistema di alimentazione	common rail	iniettore pompa
alimentazione	miscela B10	miscela B10
dispositivi antinquinamento	DOC+FAP	DOC+FAP

PRINCIPALI PUNTI DEL PROTOCOLLO DI PROVA

ogni 5000 km circa viene effettuato un fermo macchina per svolgere le seguenti operazioni in laboratorio



all'occorrenza

controllo della qualità dell'olio lubrificante presente nella coppa del motore

determinazione delle emissioni di: inquinanti regolamentati, formaldeide e acetaldeide, numero e distribuzione dimensionale delle particelle emesse

verifica periodica delle caratteristiche di stabilità del combustibile residuo nel serbatoio

CAUSE DELLA DEGRADAZIONE DEL LUBRIFICANTE

Fluidificazione eccessiva del lubrificante con autoveicoli dotati di DPF

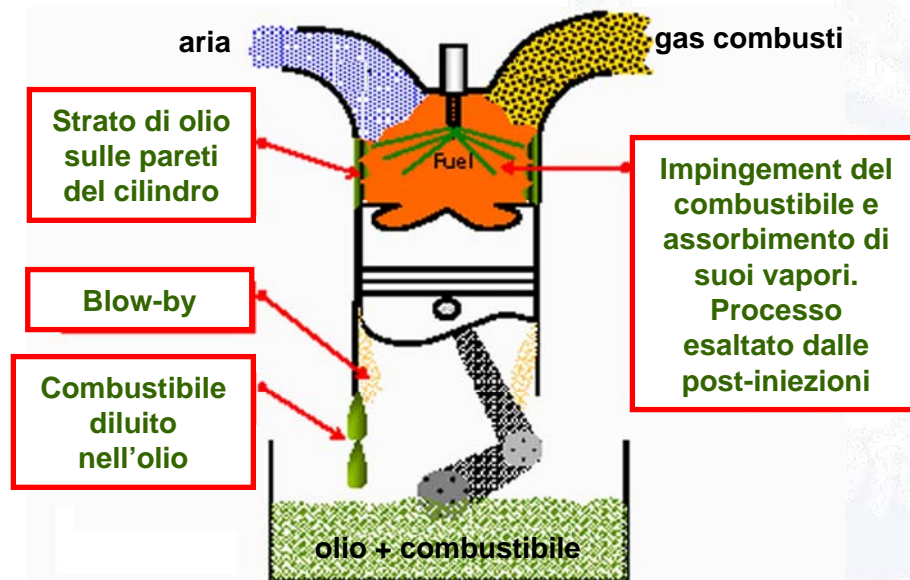
minore volatilità del biodiesel rispetto al gasolio

iniezione



le gocce che non vaporizzano tendono a diffondersi nel velo di olio che lambisce le pareti della camera di combustione

arricchimento



- riduzione del potere lubrificante e incremento usura meccanica
- formazione depositi su anelli del pistone e su valvole motore
- formazione morchie in coppa dell'olio

processo esaltato dalle post-iniezioni durante la rigenerazione del DPF

VALUTAZIONE DEL LUBRIFICANTE

Variation of lubricant properties with mileage

AR 159 1.9 JTDm DPF

Selenia Turbodiesel WR

VW Golf 1.9 TDI DPF

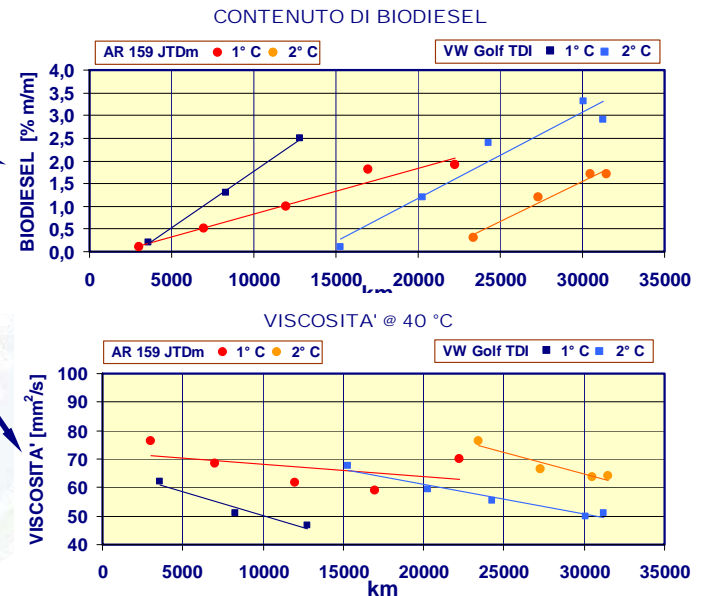
Castrol Edge SLX 3

La caratterizzazione in laboratorio del lubrificante delle due autovetture indica una degradazione regolare col chilometraggio.

chilometraggio



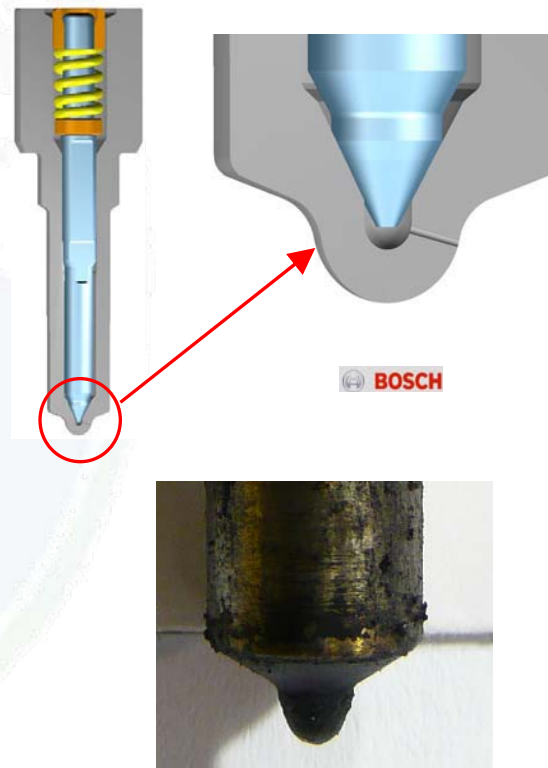
PROPRIETA'	METODO	EFFETTO
contenuto di FAME	m.i. (GC)	↗↗↗
contenuto di gasolio	m.i. (GC)	↗↗↗
viscosità @ 40 °C	ASTM D 2270	↘
viscosità @ 100 °C	ASTM D 2270	↘
basicità	ASTM D 2896	↘↘
acidità	ASTM D 664	↗↗↗
contenuto di ceneri	EN ISO 6245	=
contenuto di soot	m.i. (TGA)	↗
residuo carbonioso	UNI EN ISO 10370-98	↗



PROBLEMI CONNESSI CON LA STABILITÀ TERMICA

Potenziale formazione eccessiva di depositi sugli iniettori

- ❖ Problema evidenziato frequentemente. Ha come effetto finale la riduzione progressiva delle prestazioni del motore (calo di potenza) fino al blocco degli iniettori.
- ❖ La causa è determinata dalla presenza di metalli alcalini (Na, K) nel biodiesel e dalla sua stabilità termica quando è sottoposto alle pressioni (> 2000 bar) e alle temperature elevate (> 140 °C) tipiche dei sistemi di iniezione *common rail*.
- ❖ Analisi al SEM indica la formazione di saponi nel corpo iniettori e di sostanze carboniose in prossimità dei fori.



DEGRADAZIONE DEL COMBUSTIBILE NEL SERBATOIO

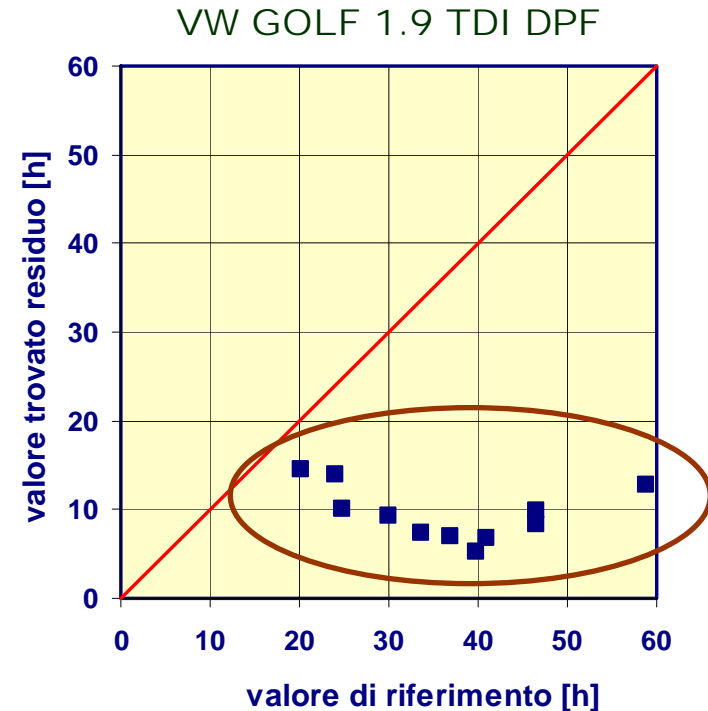
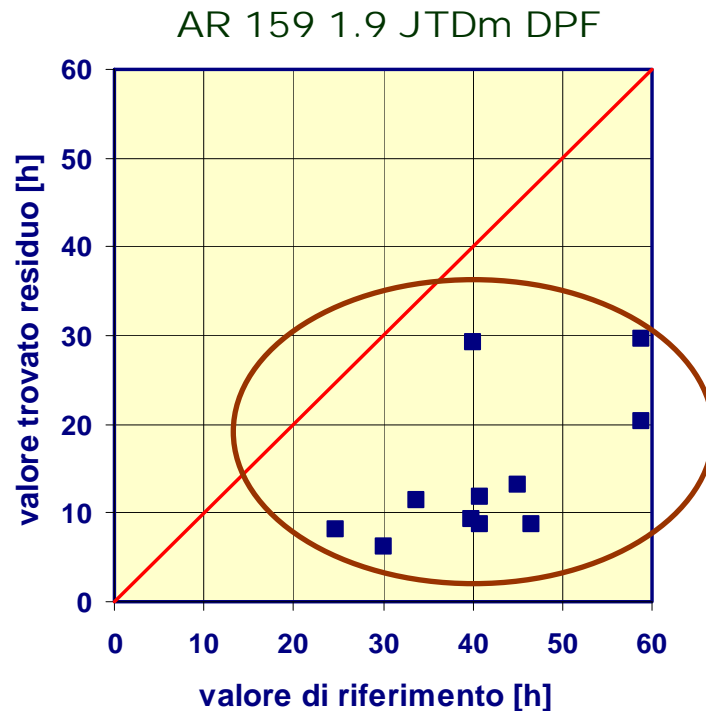
- ❖ Campioni di combustibile sono stati prelevati periodicamente dal serbatoio delle due autovetture quando era in riserva e caratterizzati in laboratorio.
- ❖ I parametri misurati sono stati confrontati con i valori degli stessi parametri misurati su campioni del combustibile fresco prelevati al momento del rifornimento (valori di riferimento).

Variazione delle proprietà del combustibile residuo nel serbatoio

PROPRIETA'	METODO	EFFETTO
densità	UNI EN ISO 12185	↗
contenuto di acqua	ISO 12937	↘
residuo carbonioso	UNI EN ISO 10370	↗
contaminati solidi	EN 12662	?
insolubili totali	EN ISO 12205	?
stabilità ossidazione	EN 15751	↘↘↘

STABILITÀ ALL'OSSIDAZIONE DEL COMBUSTIBILE NEL SERBATOIO

Metodo EN 15751 (Rancimat a 110 °C)



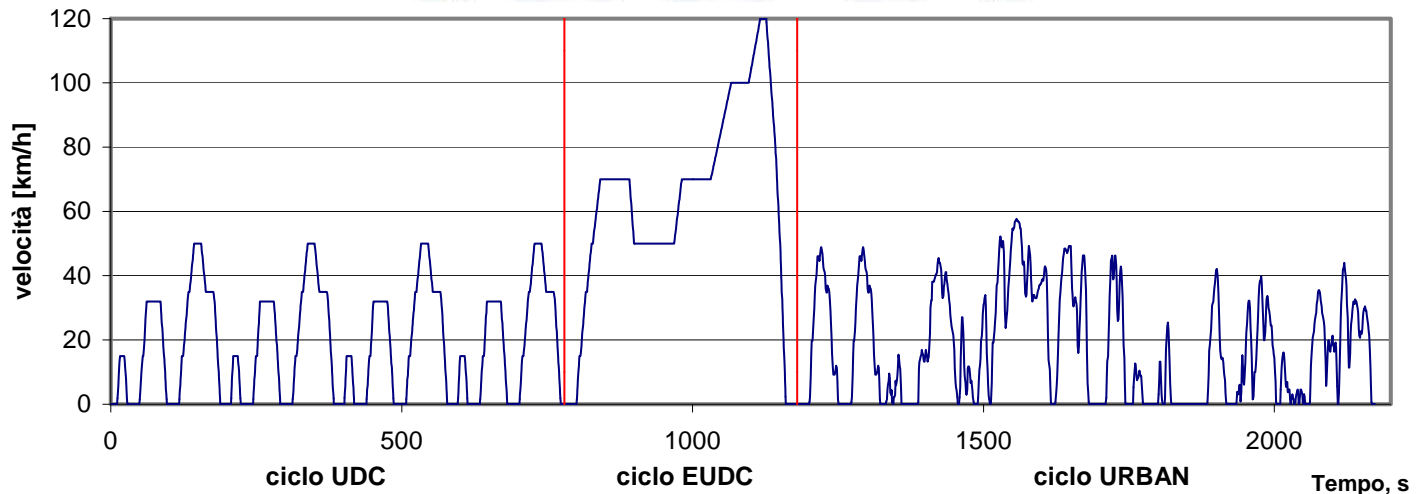
tendenza verso una sensibile diminuzione

NOTA: valore di riferimento = valore miscela al rifornimento

MISURA DELLE EMISSIONI E DEL CONSUMO DI COMBUSTIBILE



Misure eseguite in simulazione di percorso su banco dinamometrico a rulli campionando e analizzando le specie inquinanti emesse secondo i cicli di guida standard (UDC + EUDC) e del ciclo di guida CADC *Urban* rappresentativo di un percorso stradale urbano tipico di una città europea.



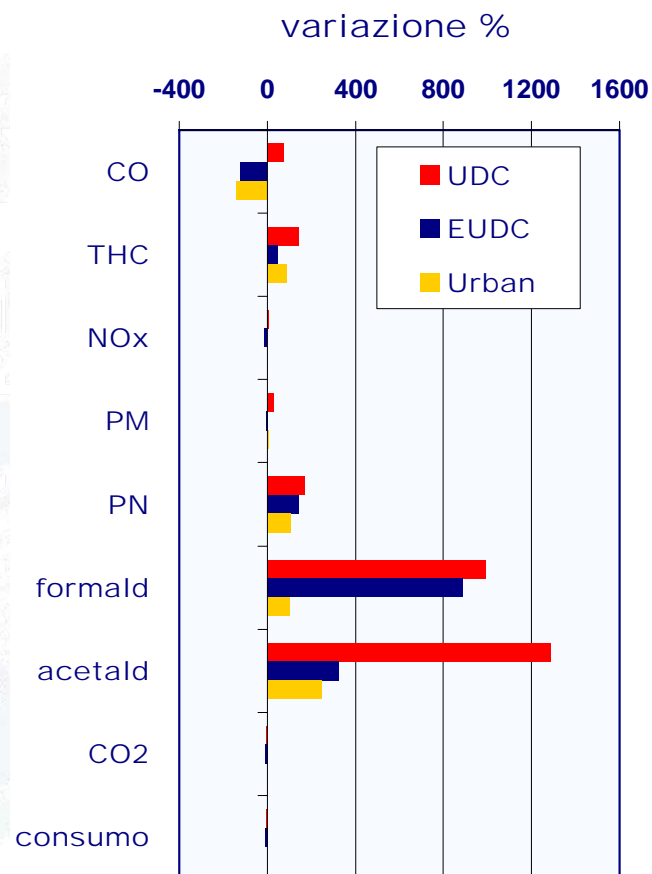
LIVELLO DELLE EMISSIONI E DEL CONSUMO DI COMBUSTIBILE

Tendenza del livello di emissione col chilometraggio

chilometraggio

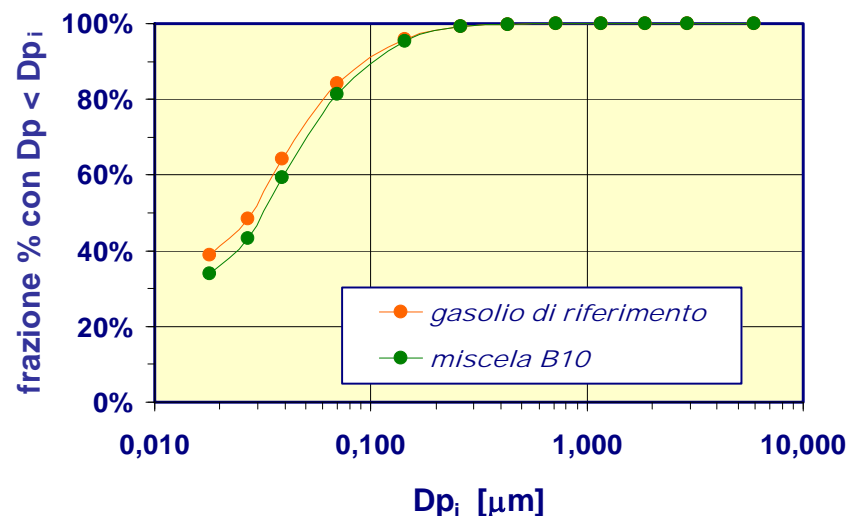
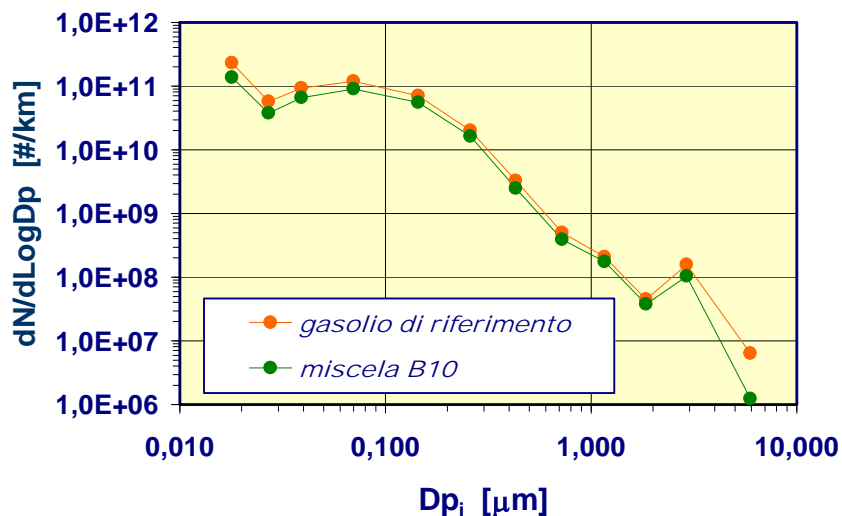


PROPRIETA'	cicli di guida		
	UDC	EUDC	Urban
CO	↗	↘	↘
HC	↗↗	↗	↗
NOx	=	=	=
PM	=	=	=
PN	↗	↗	↗
formaldeide	↗↗↗↗	↗↗↗	↗
acetaldeide	↗↗↗↗	↗↗↗	↗
CO ₂	↘	↘	↘
consumo comb.	↘	↘	↘



DISTRIBUZIONE DIMENSIONALE DEL PARTICOLATO

VW Golf 1.9 TDI DPF a km 8050 nel ciclo di guida URBAN



- ❖ Il numero di particelle emesse (PN) dalle autovetture alimentate con B10 è inferiore (da ~ 15% a ~ 40% in meno) rispetto a quelle emesse con un gasolio convenzionale (B3) e circa tre ordini di grandezza inferiore a quello di un'autovettura non dotata di DPF.
- ❖ La distribuzione dimensionale è di tipo bimodale: il 90% circa delle particelle emesse presenta un diametro aerodinamico $D_p < 100$ nm.

CONCLUSIONI

- ❖ Miscele di gasolio ricche in biodiesel (es. B10), fortemente richieste dalla CE, non sono ancora ritenute dai Costruttori completamente compatibili con le tecnologie motoristiche attuali per la segnalazione dell'occorrenza di problemi tecnici, tra i quali la rapida degradazione del lubrificante e la formazione di depositi sul sistema di iniezione.
- ❖ Questo ha obbligato il CEN a revisionare ulteriormente la norma di qualità del biodiesel per aggiornare i limiti di alcune proprietà e introdurre delle nuove, in modo da assicurare la compatibilità con il parco autoveicolare esistente e con le nuove tecnologie motoristiche.
- ❖ Nella sperimentazione di campo, tuttora in corso di svolgimento alla SSC, con due autovetture Euro 4 dotate di DPF e alimentate con B10, non è stato riscontrato finora alcuno degli inconvenienti segnalati dopo un accumulo chilometrico di poco più di 35000 km.

*Quando i carburanti diventano "Bio": compatibilità ambientale,
potenzialità tecnica ed economica nel settore biofuels*

Fiera Milano Rho, 18 novembre 2011

GRAZIE PER L'ATTENZIONE !

FRANCESCO AVELLA
avella@ssc.it
www.ssc.it